

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л.І.ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С.І.БУХКАЛО,  
П.О.КАПУСТЕНКО, АРСЕНЬЄВА О.П., ОЛЬХОВСЬКА О.І,  
Є.І.ОРЛОВА

# ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ

*Затверджено  
Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів  
вищих навчальних закладів*



КИЇВ—2011

УДК 664(075.8)

ББК 36.81я73

Б 94

*Гриф надано  
Міністерством освіти і науки України  
Лист №1/11–10708 від 23.11.10 р.*

**Рецензенти:**

**В.М. Михайлов** – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи ХДУХТ;

**Л.В. Кіптеле** – доктор технічних наук, професор кафедри процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв ХДУХТ;

**І.М. Демідов** – доктор технічних наук, завідувач лабораторії ДХЖОЖВ Українського НДІ олій та жирів Української академії аграрних наук

**Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О.,**

**Арсеньєва О.П., Ольховська О.І., Орлова Є.І.**

Б 94 Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2011. – 832 с.

ISBN 966-364-093-6

Викладено основи загальної технології харчової промисловості, її фізико-хімічні, біохімічні та технологічні закономірності. Подані характеристика сировини, асортимент харчових продуктів, апарати і технологічні процеси їх виготовлення. Наведено різні типи сучасних пластинчастих теплообмінників у харчовій промисловості, представлено метод енергозбереження – пінч-аналіз. Приведені розрахунки норм витрат сировини і допоміжних матеріалів, зниження витрат і відходів при виробництві, а також формули, що необхідні для розв'язання прикладів і контрольних задач.

Призначено для студентів харчових спеціальностей технічних вищих навчальних закладів, викладачів, інженерно-технічних та наукових працівників.

Іл. 262 Табл. 95 Бібліогр. 67

ISBN 966-364-093-6

© Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І.,  
Капустенко П.О., Арсеньєва О.П.,  
Ольховська О.І., Орлова Є.І., 2011  
© Центр навчальної літератури, 2011

## ПЕРЕДМОВА

Підручник «Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах» забезпечує викладання і вивчення дисципліни «Харчові технології». Дисципліна «Харчові технології», у свою чергу, є базовою в підготовці бакалаврів і відіграє важливу роль в опануванні студентами спеціальних дисциплін.

Об'єктами вивчення є сировина, напівфабрикати, готові продукти, процеси (біохімічні, мікробіологічні, хімічні, теплофізичні, гідродинамічні) і апарати, в яких вони протікають, а також виробництва харчової промисловості. Предмет вивчення – технологія харчових продуктів як прикладна наука, що швидко розвивається та модернізується.

Мета вивчення дисципліни – одержання знань щодо технології основних продуктів харчування, оволодіння методами цієї технології, необхідними для підготовки до самостійного вивчення спеціальних технологій, набуття навичок розробки й використання нормативних документів по одержанню промислових продуктів харчування.

Згідно з програмами студенти повинні одержати певні знання про сировину, кількість і асортимент харчових продуктів, що виробляються в Україні і в провідних країнах світу, питомі витрати на виготовлення продукту, норми споживання харчових продуктів, необхідні для аналізу ринку збуту в Україні та за її межами, допустимі норми викидів, що відбуваються внаслідок роботи харчових підприємств і не завдають шкоди довкіллю.

У засвоєнні цього курсу суттєве значення мають як лекційні, так і практичні заняття. На них студенти оволодівають технологіями основних харчових виробництв, а також методами розрахунків норм витрат сировини і допоміжних матеріалів, складання матеріальних балансів і їх застосування у технологічних розрахунках.

Підручник може бути використано для одержання відомостей про склад основних харчових продуктів: борошна, крупів, хліба, макаронів, овочів, фруктів, м'яса, молока та молочних виробів, пива, вина, спирту, горілчаних та безалкогольних напоїв, солодоців, а також про принципи харчування, зміни в основних видах сировини, що відбува-

ються під час виготовлення продуктів харчування, основи їх переробки, основні правила споживання.

До підручника увійшли технології, принципи та задачі з тем: розрахунки виробництва молочних продуктів, м'ясопродуктів і тваринних жирів; хлібопродуктів, консервів і продуктів бродильних виробництв та інші. Вибір тем перш за все обумовлений тим, що розрахунки для цих виробництв являються типовими для харчової промисловості, а також масштабами виробництва і важливістю харчових продуктів.

З даного підручника студенти дізнаються про методичні принципи складання рецептур та асортимент основних продуктів харчових виробництв, технологічні особливості, режими і обладнання цих виробництв, а також про методи енергозбереження у галузі та можливість використання сучасного теплообмінного обладнання. Для забезпечення в харчовій промисловості науково-технічного рівня передових країн світу проводиться робота по створенню і впровадженню інноваційних енерго- та ресурсозберігаючих технологій із залученням вторинних ресурсів сировини та енергії, принципово нових технологічних процесів та енергозберігаючого обладнання для виробництва, зберігання та транспортування харчової продукції.

До кожної теми наведені теоретичні відомості, основні розрахункові формули і методичні вказівки до розв'язання типових задач.

При написанні підручника використаний досвід викладання цієї дисципліни Орловою Є.І. й Бухкало С.І., а також результати наукової роботи на кафедрі інтегрованих технологій, процесів та апаратів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Вступ, гл.3–20, 29–37, 41–43, 47–54, 60 – написані Бухкало С.І.; гл.55 – Товажнянським Л.Л.; гл.54 – спільно Товажнянським Л.Л. й Бухкало С.І.; гл. 56–59 – спільно Капустенко П.О., Товажнянським Л.Л., Арсеньєвою О.П.; гл. 59 – Арсеньєвою О.П.; гл.18, 19, 48–50, 53, 54 – спільно Бухкало С.І. й Ольховською О.І.; гл.1, 2, 21–28, 38–40, 44–46 – спільно Орловою Є.І. й Бухкало С.І. Підручник «Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах» призначений для студентів, викладачів, інженерно-технічних та наукових працівників.

## ВСТУП

Виробництво продуктів харчування своїм корінням виходить з глибини століть, і завжди було покликано задовольняти найважливішу для людини потребу в їжі. Це одна з найбільш древніх і великомасштабних галузей природокористування, яка створює високі й безперервно зростаючі навантаження на біосферу.

Україна за своїми природно-кліматичними умовами та науково-технічним потенціалом здатна не тільки задовольнити запити свого народу у високоякісних продуктах харчування, а й експортувати їх в інші країни світу. Українські вчені й практики внесли величезний вклад у розвиток технології харчових продуктів, розширення асортименту і поліпшення якості продукції.

Харчова промисловість України є високорозвинена галузь, що швидко розвивається і оснащується передовими технологіями та технікою. На підприємствах харчової промисловості широко застосовуються безперервні процеси, механізовані основні трудомісткі операції, відбувається перехід від машин-автоматів до автоматизованих ліній, автоматизується контроль і управління виробництвом.

До складу харчової промисловості України входять харчосмакова, м'ясна, молочна, рибна промисловість. Самостійну групу галузей становить борошномельно-круп'яна та комбікормова промисловість. Харчосмакова промисловість об'єднує групу спеціалізованих підгалузей з виробництва продовольчих товарів переважно із сировини рослинного походження. Це – цукрова, олійно-жирова, хлібопекарна, виноробна, спиртова, лікеро-горілчана, пивобезалкогольна, кондитерська, макаронна, плодоовочева, дріжджова, крохмале-патокова, соляна, парфумерно-косметична, тютюнова, чайна, харчоконцентратна підгалузі та деякі інші виробництва. В Україні у харчовій промисловості працюють понад 22 тисячі підприємств, на яких зайнято більше мільйона працівників. Питома вага харчової і переробної промисловості в загальному обсязі реалізованої продукції в Україні, наприклад, за 2008 рік становить 14,2 відсотка. За цим показником галузь займає одне з чільних місць і є потужним бюджетоформуючим джерелом. В 2008 році від харчових підприємств країни до бюджетів всіх рівнів надійшло біля 14,1 млрд. грн. податків і обов'язкових платежів, що на 3,6 млрд. або 33,8% більше, ніж у 2007 році.

Невід’ємною частиною науково-технічного прогресу є підвищення якості та біологічної цінності харчових продуктів. У цьому велика роль належить технологіям виробництва харчових продуктів і процесам переробки сільськогосподарської сировини. Вони базуються на сучасних методах матеріальних розрахунків, зниженні витрат і відходів тощо. Створення нових технологій є рушійною силою в галузі, сприяє створенню більш досконалої технологічної бази, правильному обґрунтуванню процесів. Крім того, в сучасних умовах відбувається інтеграція окремих галузей сільськогосподарського виробництва та галузей, що переробляють сільськогосподарську сировину.

Враховуючи вищезначене, зростає роль курсу «Харчові технології» у підготовці фахівців напряму інженерів-технологів. Об’єктами вивчення дисципліни є сировина, напівфабрикати, готові харчові продукти, процеси (біохімічні, мікробіологічні, хімічні, теплофізичні, гідродинамічні та інші) й апарати, в яких вони відбуваються, а також підприємства харчової промисловості.

Предметом дисципліни є технологія харчових продуктів як прикладна наука, що швидко розвивається, має предмет дослідження – виробництво харчових продуктів; ціль дослідження – створення високоефективних систем; основні методи дослідження спираються на закономірності фундаментальних наук: фізики, хімії, біохімії, мікробіології, механіки, теплофізики й інші, та системний аналіз технологічних схем.

Будівництво і реконструкція промислових підприємств пов’язані з попереднім виконанням перш за все технологічних розрахунків, основою для яких є розрахунок продуктів виробництва – визначення кількості сировини і напівфабрикатів, потрібних для виготовлення заданої кількості кінцевого продукту виробництва. Ці дані поряд з техніко-економічними і енергетичними є вихідними для розрахунку потрібного обладнання, для визначення площі цехів, складських приміщень, вибору транспортних засобів (насосів, компресорів, трубопроводів). Розрахунки потрібні також для планування і оцінювання нових технічних заходів, для удосконалення виробництва.

Більшість технологічних процесів харчових виробництв пов’язана зі зберіганням сировини та підготовкою її до виробництва. Режимми та засоби зберігання сировини, умови проведення процесів,

апаратурне оснащення основних операцій відіграють важливу роль у технології харчових виробництв.

У підручнику наведені розрахунки продуктів виробництва борошна, хліба і хлібобулочних виробів, молочних продуктів, допоміжної сировини, м'ясопродуктів і тваринних жирів; консервів і продуктів бродильних виробництв, в основі яких закладені сучасні технологічні схеми. До кожної теми приведені теоретичні відомості, основні розрахункові формули і методичні вказівки до розв'язання типових задач. Кожна тема самостійна, порядок вивчення тем може вибиратись викладачем довільно.

Особлива увага приділяється питанням аналізу сировини, розрахункам виробничих рецептур, нормалізації молока, розрахункам виробництва вершкового масла і сиру. При написанні цього посібника автори прагнули показати загальні закономірності побудови технологічних процесів харчових виробництв, взаємозв'язок процесів, обладнання і систем управління.

Головним пріоритетом зовнішньоекономічної діяльності харчової промисловості є поступова інтеграція у світову економіку, нарощування та ефективне використання експортного потенціалу, забезпечення позитивного зовнішньоторговельного сальдо, забезпечення захищеності внутрішнього продовольчого ринку, виходячи з інтересів держави. Переважна частина іноземних інвестицій в економіку України сконцентрована у виробництві безалкогольних напоїв, пива, олійно-жирової продукції, кондитерських виробів.

Зниження конкуренції з боку імпорту виявилось одним із головних факторів поживавлення реальної економіки в харчовій промисловості. Через торгову мережу реалізується три чверті товарів вітчизняного виробництва, а продовольчих товарів – 95 відсотків. Але велика кількість підприємств наступної глибокої переробки сировини на харчові продукти розвинена не на основі новітніх технологій.

Для більшості підприємств, що використовують теплообмінне устаткування, характерна висока матеріалоемність останнього, що пов'язане з використанням давно застарілих трубчастих теплообмінних апаратів. Тому як ніколи актуальне завдання заміни старого теплообмінного устаткування новим сучасним ресурсо- і енергозберігаючим, а саме пластинчастим теплообмінним устаткуванням. Застосування там, де це можливо, пластинчастих теплообмінників забезпечує не

тільки високу ефективність теплообміну й економічність, а й компактність, надійність, простоту обслуговування й переналадження. Представлений сучасний метод енергозбереження, пінч-аналіз, сприяє розширенню засобів економії енергії на Україні. Проектування харчових виробництв може бути поділено на два рівні. Перший рівень – це проектування установок: реактори, печі, системи розподілу, теплообмінні апарати, сушарки, випарні системи та інші. Другий рівень – це об'єднання цих установок в інтегровані системи виробничих процесів. Пінч-аналіз зв'язаний з другим рівнем. В якості прикладів розглянуто проблеми модернізації цукрових і спиртових заводів з використання сучасного теплообмінного устаткування різного призначення й номінальної потужності. На прикладі показана можливість впровадження теплових pomp, інтегрованих у теплову мережу, рівень вітчизняних і закордонних розробок дозволяє вже зараз здійснювати промислову реалізацію цих проектів.

В основу підручника покладений досвід розробки, дослідження й впровадження пластинчастих теплообмінників, який отримано у Національному технічному університеті «ХП» на кафедрі інтегрованих технологій, процесів і апаратів під керівництвом професора Л.Л. Товбачанського; розробки в області створення нових енергозберігаючих технологій, математичного забезпечення й впровадження у виробництво фірми «Содружество-Т» під керівництвом професора П.О. Капустенко, а також досвід роботи Центра енергозберігаючих технологій при НТУ «ХП».

У цілому обсяг книги не дає можливості повністю висвітлити всі технологічні процеси виробництва харчових продуктів, повною мірою розкрити хімізм і механізм біохімічних перетворень. Тому в кінці підручника наведено бібліографічний список літератури, що дасть можливість студентам і фахівцям глибше і ширше вивчити питання харчових технологій, які їх цікавлять.

Автори висловлюють подяку рецензентам професорам В.М. Михайлову, І.М. Демідову, Л.В. Кіптелій за корисні поради й зауваження по змісту підручника.

Автори із вдячністю приймуть всі зауваження по книзі, які просять направляти у видавництво за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХП», редакція журналу «Інтегровані технології та енергозбереження».